

## Halbleitendes Cadmium- und Zinkdiphosphid

W. KISCHIO

Philips Zentrallaboratorium Aachen

(Z. Naturforsch. **21 a**, 1733—1734 [1966]; eingeg. am 1. Oktober 1966)

$\text{CdP}_2$  hat Halbleitereigenschaften. An der Verbindung konnte Gleichrichtung, Injektionslumineszenz, Photolumineszenz und Photoleitung beobachtet werden. Vom  $\text{ZnP}_2$  wurde der Bandabstand bestimmt.

$\text{CdP}_2$  wurde aus  $\text{Cd}_3\text{P}_2$  und Phosphor hergestellt. Das stöchiometrische Gemisch wurde in einer zuvor evakuierten Quarzampulle auf  $850^\circ\text{C}$  erhitzt und bei dieser Temperatur 18 h gehalten. Die Ampulle lag etwas unsymmetrisch im Ofen, so daß die Temperatur an einem Ende der Ampulle etwa  $50^\circ$  niedriger war. Zu dieser Stelle sublimierte das  $\text{CdP}_2$ . Es bildete einen dunkelroten, kompakten Polykristall.  $\text{CdP}_2$  kristallisiert tetragonal,  $a = 5,29 \text{ \AA}$ ,  $c = 19,74 \text{ \AA}$ . Die erhaltenen Kristalle sind p-leitend. Abb. 1 zeigt den Verlauf der Gleichrichtercharakteristik einer Spitzendiode.

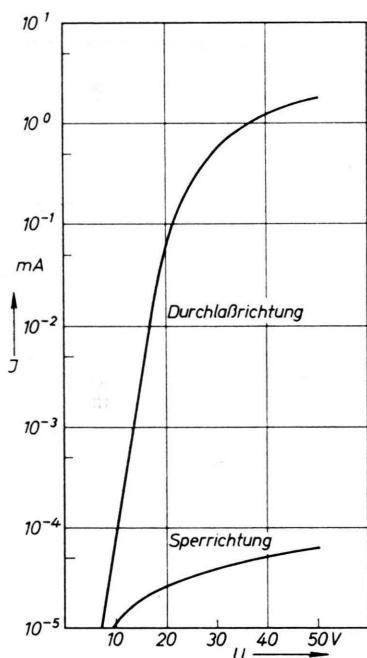


Abb. 1. Gleichrichtercharakteristik einer p-leitenden Probe.

An gepulverten Kristallen wurden Remissionsmessungen bei Raum- und Tieftemperatur durchgeführt, Abb. 2. Aus den Messungen erhält man einen Bandabstand bei Raumtemperatur  $E_g = 1,93 \text{ eV}$ . Der Temperaturkoeffizient des Bandabstandes  $\Delta E_g / \Delta T = -7 \cdot 10^{-4} \text{ eV/grd}$  ist stärker negativ als der der III-V-Verbindungen und des tetragonalen  $\text{ZnP}_2$ . Abb. 3 zeigt die Remissionskurven des roten, tetragona-

len  $\text{ZnP}_2$ . Daraus ergibt sich der Bandabstand bei Raumtemperatur zu  $E_g = 2,03 \text{ eV}$  und  $\Delta E_g / \Delta T = -4 \cdot 10^{-4} \text{ eV/grd}$ . HEGYI u. Mitarb.<sup>1</sup> fanden an  $\text{ZnP}_2$  durch Absorptionsmessungen  $E_g = 2,05 \text{ eV}$  (bei Raumtemperatur). Sie und RUBENSTEIN und RYAN<sup>2</sup> stellten an ihren Präparaten auch Injektionslumineszenz fest.

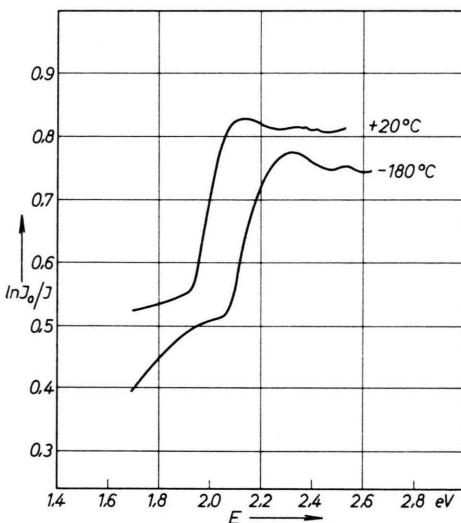


Abb. 2. Remissionsmessung an  $\text{CdP}_2$ .

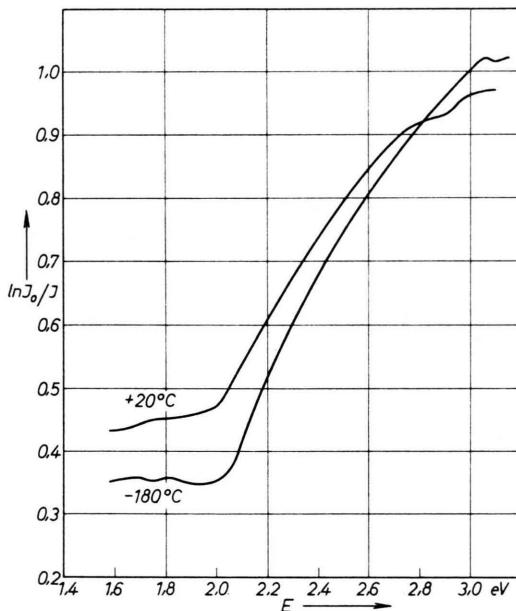


Abb. 3. Remissionsmessung an  $\text{ZnP}_2$  (tetragonal).

Das von uns hergestellte  $\text{CdP}_2$  zeigt Photoleitung. In Abb. 4 ist die Photoempfindlichkeit als Funktion der

<sup>1</sup> I. J. HEGYI, E. E. LOEBNER, E. W. POOR, JR. u. J. G. WHITE, J. Phys. Chem. Solids **24**, 333 [1963].

<sup>2</sup> M. RUBENSTEIN u. F. M. RYAN, J. Appl. Phys. **36**, 2971 [1965].



Energie des eingestrahlten Lichtes aufgetragen. Der größte Anstieg der Empfindlichkeit liegt bei einer Energie, die dem Bandabstand entspricht.

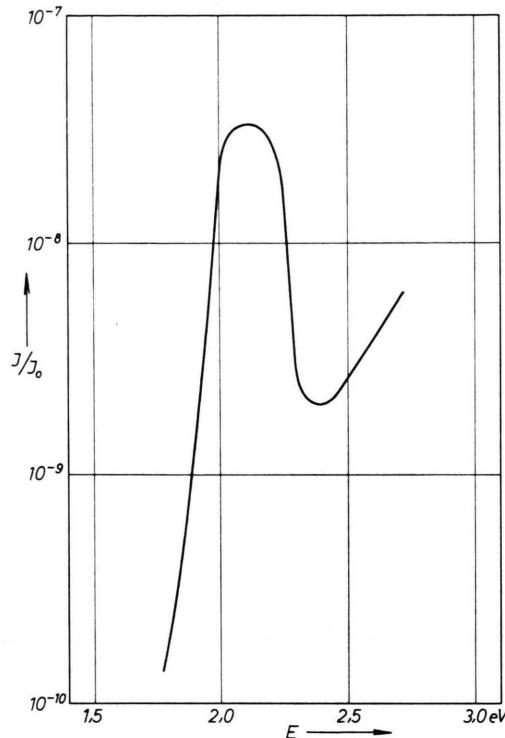


Abb. 4. Intensität der Photoleitung als Funktion der Energie des eingestrahlten Lichtes.

Photolumineszenz wurde nur bei Tieftemperatur beobachtet. Abb. 5, Kurve A zeigt den Verlauf der Emision bei  $t = -180^\circ\text{C}$ . Die Anregung erfolgte mit der 3660 Å-Linie einer Quecksilberlampe. Dagegen trat Injektionslumineszenz schon bei Raumtemperatur auf. Abb. 5, Kurve B, zeigt den Verlauf der Injektionslumineszenz,  $I=1$  mA. Infolge des ziemlich hohen Widerstandes der Kristalle beträgt die angelegte Span-

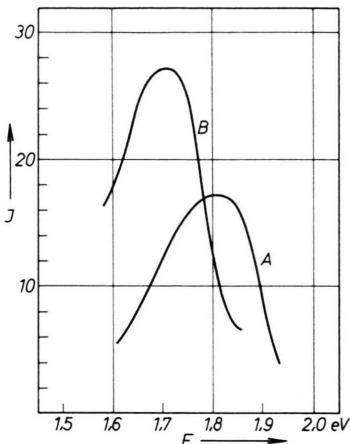


Abb. 5. Photolumineszenz bei Tieftemperatur, Kurve A. Injektionslumineszenz bei Raumtemperatur,  $I=1$  mA, Kurve B.

nung 100 V. Das Arbeiten mit höheren Stromstärken führte zum Aufheizen der Kristalle und der damit verbundenen Lösung der Lumineszenz. Die Injektionslumineszenz war noch bis zu einer Stromstärke von  $80 \mu\text{A}$  herab sichtbar. Das Maximum der Emission liegt bei 1,7 eV, Raumtemperatur. Das Maximum der Photolumineszenz ( $t = -180^\circ\text{C}$ ) ist um etwa 0,1 eV zu größeren Energien verschoben. Nimmt man an, daß beide Prozesse über den gleichen Term gehen, so sollte man aus der Temperaturabhängigkeit des Bandabstandes eine Verschiebung der Maxima um 0,14 eV erwarten. Das ist in guter Übereinstimmung mit dem gefundenen Wert.

$\text{CdP}_2$  und  $\text{ZnP}_2$  könnten geeignete Substanzen für die Herstellung von p-n-Strahlern sein, die im Sichtbaren emittieren können. Präparativ hat  $\text{CdP}_2$  gegenüber  $\text{ZnP}_2$  den Vorteil, daß es unter normalen Bedingungen nur in einer Modifikation auftritt. Bei der Synthese des  $\text{ZnP}_2$  aus Zink und Phosphor entsteht überwiegend die schwarze, monokline Form neben wenig tetragonalem  $\text{ZnP}_2$ .

Herrn M. JUNG möchte ich für die Remissionsmessungen danken.